

Ján OŤAHEĽ, Karol HUSÁR, Ján FERANEC

ZMENY KRAJINY: ANALÝZA A KARTOGRAFICKÁ INTERPRETÁCIA NA PRÍKLADE REGIÓNU TATRY

OŤahel', J., Husár, K., Feranec, J.: Landscape changes: analysis and cartographic interpretation on example of Tatry region. Kartografické listy 2011, 19, 4 figs., 4 tabs., 29 refs.

Abstract: The aim of the paper is to present long-term development of cultural landscape in the context of relative stability (persistence) of forest and natural areas and to analyse the character, intensity and dynamics of landscape changes pursuing the CORINE land cover data in region of Tatry for the period 1990 – 2006. The landscape changes were caused by extreme natural events (windstorm) and land use in the mountain region. Six types of landscape changes and five types of human impact intensity were interpreted according to properties of natural landscape. Processing of data layers in the GIS facilitated their cartographic presentation and effective interpretation for spatial planning and decision-making.

Keywords: natural landscape, CORINE land cover data, stability (persistence) of forest and natural areas, intensity and dynamics of landscape changes

Úvod

Zmeny krajiny prebiehajú s rôznou intenzitou, rozsahom a dynamikou v závislosti hlavne od spoločensko-ekonomických stimulov. V montánnej krajine sú zmeny krajiny často vyvolané aj extrémnymi prírodnými procesmi. Na analýzu dlhodobého vývoja a zmien využívania krajiny sú k dispozícii rôzne podklady: historické topografické mapy, katastrálne mapy, štatistické údaje, letecké a satelitné snímky (Bičík et al., 2001, Boltížiar, 2001, Boltížiar et al., 2007, 2008, Falt'an a Saksa, 2007, Falt'an a Bánovský, 2008, Falt'an et al., 2008, Haase et al., 2007, Demek et al., 2009, Olah a Boltížiar, 2009). Tieto predstavujú priestorovú dokumentáciu o stave a využívaní krajiny v rôznych časových obdobiach a zároveň umožňujú predmetný stav krajiny vyhodnotiť vo vzťahu k prírodným súvislostiam. Najmä dlhodobý vývoj kultúrnej krajiny je vhodné analyzovať v kontexte predpokladov prírodnej krajiny (OŤahel' et al., 2004, Van Eetvelde a Antrop, 2009). Efektívnym nástrojom na analýzu zmien krajiny sú údaje diaľkového prieskumu Zeme spracované v údajových vrstvách CORINE land cover (CLC) za roky 1990 (CLC90), 2000 (CLC2000) a 2006 (CLC2006) interpretované v európskom aj regionálnom kontexte (Feranec et al., 2006, 2007). Identifikované a mapované zmeny krajiny poskytujú priestorovo korektné podklady na analýzu relatívnej stability (perzistencie), intenzity a dynamiky využívania krajiny za sledované obdobie (Feranec a Nováček, 2007, OŤahel' et al., 2010).

Cieľom príspevku je predstaviť dlhodobý vývoj kultúrnej krajiny v kontexte relatívnej stability využívania lesných a poloprírodných areálov, analyzovať charakter, intenzitu a dynamiku zmien krajiny podľa údajov CLC v období 1990 a 2006 v regióne Tatry. Dátové vrstvy CLC a prírodnej krajiny analyzovať v prostredí GIS a kartograficky interpretovať pomocou grafických vzoriek a farebných odtieňov. Získané výsledky vyhodnotiť podľa vlastností prírodnej krajiny a kartograficky prezentované pre priestorové plánovanie a manažment krajiny.

1. Údaje a metódy

Problematika poznávania a vyčleňovania prírodno-krajinných jednotiek súvisela s analýzou prírodného potenciálu krajiny ako ponuky na využitie krajiny (Haase et al., 1991) a uplatnenie našla v koncepcii krajinných (geoekologických) syntéz (Drdoš et al., 1980). Prírodnú krajinu identifikujeme metódou geoekologickej analýzy a mapovania (Mazúr et al., 1980, OŤahel', 2000, Minár

et al., 2001), resp. mapovania potenciálnej prirodzenej vegetácie (Tüxen, 1956, Michalko et al., 1986). Analýza je rekonštrukciou hypotetického stavu krajiny, ktorý by existoval pred výraznejším zásahom človeka, ale v reláciách súčasných klimatických podmienok. Relatívne homogénne bioklimatické a pôdnosubstrátové areály s podmienkami blízkymi pôvodnej lesnej krajine, resp. potenciálnej prirodzenej vegetácii boli analyzované a priestorovo delimitované podľa kľúčových prvkov a vzťahov, predovšetkým reliéfu, substrátu, pôdy a potenciálnej prirodzenej vegetácie. Hierarchický priestorový systém identifikovaných jednotiek rešpektuje princípy regionálnej typizácie. Vlastnosti typov prírodnej krajiny sú rozhodujúce pre fungovanie autoregulačného a autoregeneračného mechanizmu krajiny a zároveň majú aj relatívne homogénny potenciál na spoločenské využitie. Priestorová identifikácia kľúčových vlastností prírodnej krajiny (reliéfu, substrátu, vody, pôdy a potenciálnej vegetácie) je zvlášť dôležitá práve z hľadiska land use. Pri spracovaní upravenej verzie prírodnej krajiny (Ořáhel, 2000), ktorá v mierke 1 : 500 000 obsahuje 27 tried, sme vychádzali z regionálnej typizácie prírodnej krajiny Slovenska (Mazúr et al., 1980). V regióne Tatry je vyčlenených 13 typov prírodnej krajiny, klasifikovaných až na štyroch hierarchických úrovniach (tab. 1, obr. 1).

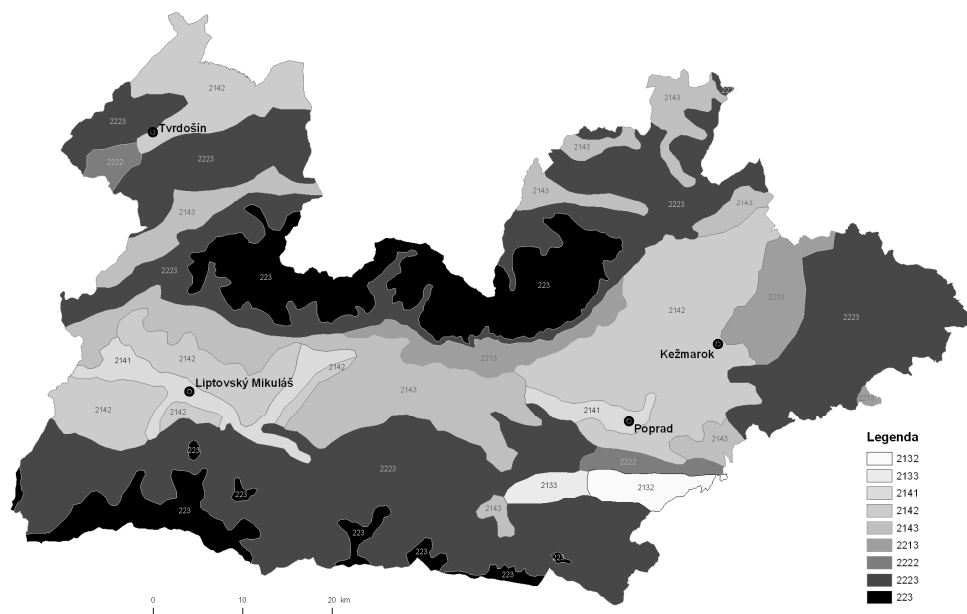
Tab. 1 Prírodná (rekonštruovaná) krajina regiónu Tatry

2 MONTÁNNA KRAJINA			
21	Kotlinová, brázdová a dolinová eróznokumulatívna krajina s kapilárnymi a pórovými podzemnými vodami	22	Montánná eróznodenuďačna krajina s puklinovo-vrstevnatými a puklinovokrasovými podzemnými vodami
213	Mierne chladné kotliny s dubohrabovými a bukovými lesmi	221	Predhoria a planiny
2131	Nivy s prevane s mäkkými lunými lesmi na fluvizemiach	2211	Teplé a mierne teplé predhoria a planiny s dubovohrabovými lesmi na kambizemiach
2132	Terasove a kuelove ploiny s pokrovom spraovych hlin, s dubohrabovými lesmi na luvizemiach a kambizemiach	2212	Mierne chladne predhoria a planiny s bukovými lesmi na kambizemiach a rendzinach
2133	Podvrchoviny a vnutrohorske brazdy s bukovými lesmi na kambizemiach	2213	Chladne predhoria a planiny s bukovými, jedlobukovými a smrekovými lesmi na kambizemiach a rendzinach
214	Chladne kotliny s bukovými a smrekovými lesmi	222	Vrchoviny a hornatiny
2141	Nivy s prevane s makkými lunými lesmi na fluvizemiach	2221	Teple a mierne vrchoviny a hornatiny s dubovohrabovými lesmi na kambizemiach a rendzinach
2142	Terasove a kuelove ploiny s pokrovom polygenetickych hlin, s dubohrabovými a lipovosmrekovými lesmi na luvizemiach a kambizemiach	2222	Mierne chladné vrchoviny a hornatiny s bukovými a smrekovými lesmi na kambizemiach a rendzinách
2143	Podvrchoviny a vnútrohorské brázdy s bukovými a smrekovými lesmi na kambizemiach	2223	Chladné vrchoviny a hornatiny so smrekovými lesmi na kambizemiach a rendzinách
		223	Vemi studené vysoké pohoria s kosodrevinou a alpskými lúkami na rankoch a litozemiach

Vysvetlivky: tune vytlaene typy sú zhodné s ich kódmi v tab. 2-4 a obr. 1-4

Zmeny vyuzevania krajiny sme analyzovali podľa údajových vrstiev krajinej pokrývky Slovenska, vytvorených v rámci projektu CLC. Suasťou bázy údajov CLC Slovenska v mierke 1 : 100 000 sú tri údajové vrstvy tried krajinej pokrývky, identifikované pomocou snímok Landsat TM z rokov 1989 – 1992 (CLC90), Landsat ETM z roku 2000 (CLC2000) a SPOT a IRS z roku 2006 (CLC2006). Udajove vrstvy obsahujú 24 z 31 tried identifikovaných na Slovensku, resp. zo 44 tried jednotnej európskej legendy. Metodika tvorby uvedených údajových vrstiev je

dokumentovaná napr. v prácach Heymann et al. (1994), Bossard et al. (2000), alebo Feranec a O'ahel' (2001). Tieto údaje, resp. informácie súvisiace s projektom CLC Slovensko sú dostupné na webovej stránke Slovenskej agentúry životného prostredia – <http://www.sazpsk/corine>.



Obr. 1 Typy prírodnej krajiny regiónu Tatry

Stabilita využívania krajiny bola analyzovaná na príklade lesných a poloprírodných (nad hornou hranicou lesa vlastne prírodných) areálov podľa vzťahu k podmienkam rekonštruovanej prírodnej krajiny. Hypotetickú prírodnú krajinu reprezentujú na Slovensku lesné spoločenstvá od lužných lesov po smrečiny (až po ich bioklimatickú hornú hranicu lesa ca 1600 m n. m.) a vysokohorské (alpínske) prírodné areály nad hornou hranicou lesa, reprezentované kosodrevinou, alpínskymi lúkami, riedkou vegetáciou a skalami. Lesné spoločenstvá podľa druhového zloženia majú aj najvyššiu ekostabilizačnú schopnosť, resp. ekologickú stabilitu, chápanú ako dynamickú rovnováhu. Naložením prírodnej krajiny ako referenčnej vrstvy (rekonštruované lesné a alpínske prírodné areály) a údajov o krajinnej pokrývke CLC90, CLC2000 a CLC2006 (areály lesov, kosodrevín, alpínskych lúk, riedkej vegetácie a skál mapovaných v období 1990 – 2006) sme analyzovali prienik relatívne priestorovo nezmenených areálov. Delimitované areály predstavujú relatívnu stabilitu využívania lesnej a alpínskej prírodnej krajiny, na základe ktorého môžeme podľa prírodných typov a ich bioklimatických, reliéfových a pôdných vlastností diferencovať aj ekologickú stabilitu krajiny.

Dynamiku a charakter zmien sme analyzovali pomocou údajov o zmenách krajinnej pokrývky CLC 1990 – 2000 a CLC 2000 – 2006. Dynamiku vývoja kultúrnej krajiny sme vyjadrili početnosťou zmien krajinnej pokrývky a ich vzťahom k prírodnej krajine (Van Eetvelde a Antrop, 2009). Typy zmien sme analyzovali v zmysle metodických prístupov (Feranec et al., 2002, 2006) ako *urbanizáciu* (rozšírenie sídelnej zástavby a umelých povrchov, resp. soil sealing), *intenzifikáciu poľnohospodárstva* (zmeny lesa, tráv na ornú pôdu a trvalé kultúry, resp. zmeny ornej pôdy na trvalé kultúry, alebo na mozaiku trvalých kultúr, polí a tráv), *extenzifikáciu poľnohospodárstva* (zmeny trvalých kultúr na ornú pôdu a trávy, resp. zmeny ornej pôdy na trávy), *zalesňovanie* (zväčšovanie areálov lesov výsadbou alebo prirodzenou sukcesiou), *odlesňovanie* (zmena lesov ťažbou na prechodné lesokroviny, resp. na poľnohospodársku pôdu alebo urbanizované areály) a *iné zmeny* (rozširovanie areálov vodných plôch, ťažobných priestorov).

Na základe typov zmien krajinej pokrývky sa analyzoval stupeň vplyvu ľudskej činnosti (*human impact*) s využitím expertného hodnotenia. V zmysle práce Frondoni et al. (2011) bola intenzita zmeny posudzovaná jednak podľa stupňa prirodzenosti (*naturalness*), pričom prirodzenosť bola určovaná na základe odchýlky od potenciálnej prirodzenej vegetácie a zároveň podľa stupňa kultúrnosti (*culturalness*) v práci Jansen et al. (2009). Stanovená päť stupňová škála intenzity *human impact* rešpektuje prirodzenosť lesných areálov cez kultiváciu poloprirodných a poľnohospodárskych areálov, človekom ovplyvnené, či deštruované areály, až po izoláciu pôdy zastavením (*soil sealing*), ktorá reprezentuje nezvratnú zmenu.

Z hľadiska počítačového spracovania sa použil softvér ArcGIS 9.2 firmy ESRI na priestorovú štatistickú analýzu, ako aj na vizualizáciu a kartografickú prezentáciu výstupov. Použité údaje vo vektorovom polygónovom formáte boli konvertované do rastrového údajového modelu, v ktorom najmenšia adresovateľná priestorová jednotka bola reprezentovaná štvorcom so stranou 250 m. Následne sa tieto údaje priestorovo analyzovali pomocou kontingenčnej tabuľky, pričom riadky kontingenčnej tabuľky zodpovedali jednotlivým typom prírodnej krajiny a stĺpce hodnotám príslušných tried krajinej pokrývky.

2. Študované územie

Študované územie sa nachádza v severnej časti stredného Slovenska a zahŕňa dva okresy Žilinského kraja (Tvrdošín a Liptovský Mikuláš) a dva okresy Prešovského kraja (Poprad a Kežmarok) s rozlohou 3764 km², resp. 7,7 % územia Slovenska. Región má 282 298 obyvateľov (1.1.2010), čo tvorí 5,2 % z celkového počtu obyvateľov Slovenska a má najnižšiu hustotu zaľudnenia na km² (74 obyvateľov).

Povrch územia diferencujú 4 orografické jednotky. K najvýznamnejším jednotkám patria najvyššie kryštálické pohoria Tatier a Nízkych Tatier, ktoré oddeľuje Podtatranská kotlina. Gerlachovský štít (2655 m n. m.) je najvyšším vrcholom Tatier, Slovenska a celého masívu Karpát. Najvyššie časti Tatier a Nízkych Tatier zaberá alpínska krajina, ktorej súčasťou sú areály kosodreviny, alpínskych lúk, bralá s riedkou vegetáciou a holé skaly. Vysoké Tatry, najmä glaciálnym reliéfom a klimatickými podmienkami, tvoria najatraktívnejšiu oblasť celoročného cestovného ruchu. Veľmi významné sú Nízke Tatry s Demänovskými jaskyňami, ale najmä ako centrum zimného cestovného ruchu v Jasnej.

Podtatranská kotlina je hlboká depresia, vyplnená fluviálnymi nivami, terasovanou flyšovou pahorkatinou až podvrchovinou s glacifluviálnymi sedimentami na predpolí Vysokých Tatier. V Liptovskej kotline je na rieke Váh vybudovaná vodná nádrž Liptovská Mara, ktorá slúži na výrobu energie a cestovný ruch. Na severozápade ju ohraničujú vápencové, kaňonovité Chočské vrchy. Rieka Poprad preteká východnou časťou Podtatranskej kotliny. Do okresu Poprad zasahujú ešte zalesnené Kozie chrbty, poľnohospodársky využívaná časť Hornádskej kotliny a turisticky veľmi atraktívny Slovenský raj z orografickej jednotky Spišsko-gemerského krasu. V okrese Tvrdošín na severozápade regiónu sa striedajú prevažne flyšové pohoria a depresie. Oravská Magura a Skorušinské vrchy sú prevažne zalesnené, kým Oravská vrchovina, budovaná horninami bradlového pásma, je aj poľnohospodársky využívaná. Ešte viac sú odlesnené a poľnohospodársky využívané Oravská kotlina a Podtatranská brázda. V Oravskej kotline je rozsiahla vodná nádrž Oravská priehrada, s významnou energetickou a rekreačnou funkciou. Na severovýchode regiónu väčšinu okresu Kežmarok zaberajú zalesnené flyšové pohoria Spišská Magura a Levočské vrchy.

Sídla a ekonomické aktivity sú koncentrované v kotlinách. Najväčším mestom regiónu je Poprad, dopravná križovatka s letiskom. V centrách okresov (Liptovský Mikuláš, Kežmarok a Tvrdošín), ale aj ďalších mestách (Svit, Liptovský Hrádok) sú zastúpené služby a priemysel. Klimatické podmienky veľmi chladných a vlhkých kotlin predurčili charakter poľnohospodárstva, ktoré je zamerané na pestovanie zemiakov, raže, jačmeňa, ľanu, krmovín a chov hovädzieho dobytká a oviec s významnou produkciou mlieka.

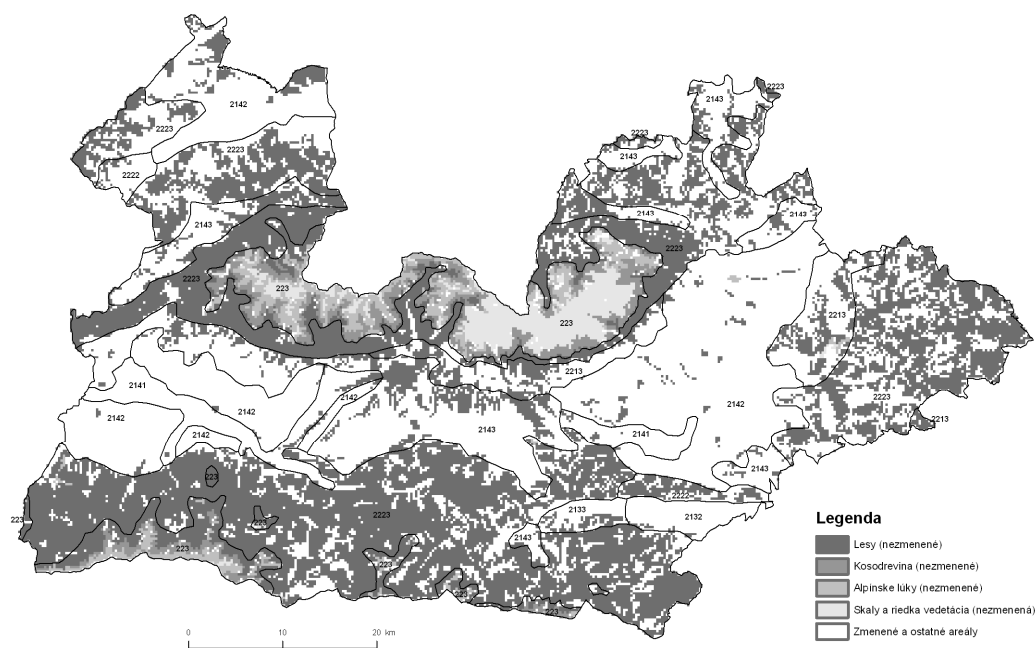
Význam regiónu z hľadiska cestovného ruchu zvyšujú minerálne a termálne pramene (Bešeňová, Liptovský Ján, Poprad, Ľubica), klimatické kúpele v tatranských sídlach (Štrbské Pleso, Starý Smokovec, Tatranská Lomnica) a početné chránené územia v národných parkoch (TANAP a NAPANT).

3. Výsledky a diskusia

V regióne Tatry prírodnú krajinu (tab. 1 a obr. 1) reprezentujú lesné spoločenstvá od lužných lesov na holocénnych nivách, cez dubohrabové, lipovosmrekové a bukové lesy na terasách, pahorkatinách a predhoriach kotlín až po bukové, jedľobukové a smrekové lesy na chladných vrchovinách až hornatinách. Nad hornou hranicou lesa (ca 1600 m n. m.) tvoria prírodnú krajinu porasty kosodrevín, prirodzených alpínskych lúk, riedkej vegetácie a holé skaly. Ďalšie vlastnosti prírodnej (rekonštruovanej) krajiny sú prezentované v tab. 1. Relatívne homogénne reliéfové, bioklimatické a pôdnosubstrátové podmienky podmienili aj využívanie krajiny. Údajové vrstvy CLC90, CLC2000 a CLC 2006 poukazujú na dominantný spôsob využitia krajiny.

Tab. 2 Stabilita (perzistencia) lesných a prírodných areálov v typoch prírodnej krajiny (rozloha lesov kosodreviny, prirodzených alpínskych lúk, riedkej vegetácie a skál, nezmenených a iných areálov v %

	Lesy	Kosodrevina	Alpínske lúky	Skaly a riedka vegetácia	Zmenené a ostatné areály	Suma
2132	4,11				95,89	100,00
2133	24,05				75,95	100,00
2141	5,34				94,66	100,00
2142	5,49		0,11		94,41	100,00
2143	24,50				75,50	100,00
2213	35,56		0,74	0,50	63,20	100,00
2222	38,67				61,33	100,00
2223	68,70	0,04	0,23	0,01	31,03	100,00
223	27,28	23,43	21,31	21,88	6,10	100,00



Obr. 2 Stabilita (perzistencia) lesných a prírodných areálov v typoch prírodnej krajiny (areály lesov, kosodreviny, prirodzených alpínskych lúk, riedkej vegetácie a skál, nezmenených a iných areálov)

Stabilita využívania krajiny bola analyzovaná na príklade lesných a prírodných areálov ako prienik relatívne stabilných (perzistentných) areálov naložením všetkých údajových vrstiev (prírodnej krajiny, CLC90, CLC2000 a CLC2006). V type veľmi studených vysokých pohorí (223) bolo zmenených najmenej, len 6.10 % areálov lesov, kosodreviny, alpínskych lúk a riedkej vegetácie a v type chladných vrchovín až hornatín (2223) len 31.03 % prevažne areálov lesa (tab. 2, obr. 2). Lesohospodársky a prírodoochranný režim ovplyvnili aj stabilitu využívania, resp. zachovania lesných a alpínskych areálov. Najviac boli odlesnené a zmenené (až 95,89 %) terasové plošiny mierne chladných kotlín (2132). Podobné výrazné zmeny pôvodnej lesnej krajiny na prevažne poľnohospodársku krajinu (nad 94 %) boli identifikované na nivách (2141) a terasových plošinách (2142) v rámci chladnej Podtatranskej kotliny (tab. 2. a obr. 2). Delimitované areály v rámci prírodných typov krajiny (obr. 2) charakterizujú relatívnu stabilitu lesohospodárskeho využívania krajiny, resp. prírodoochranný režim areálov nad hornou hranicou lesa. Podľa druhového zloženia lesov a alpínskeho pásma, reliéfových a bioklimatických podmienok jednotlivých prírodných typov môžeme špecifikovať aj stupeň ekologickej stability krajiny.

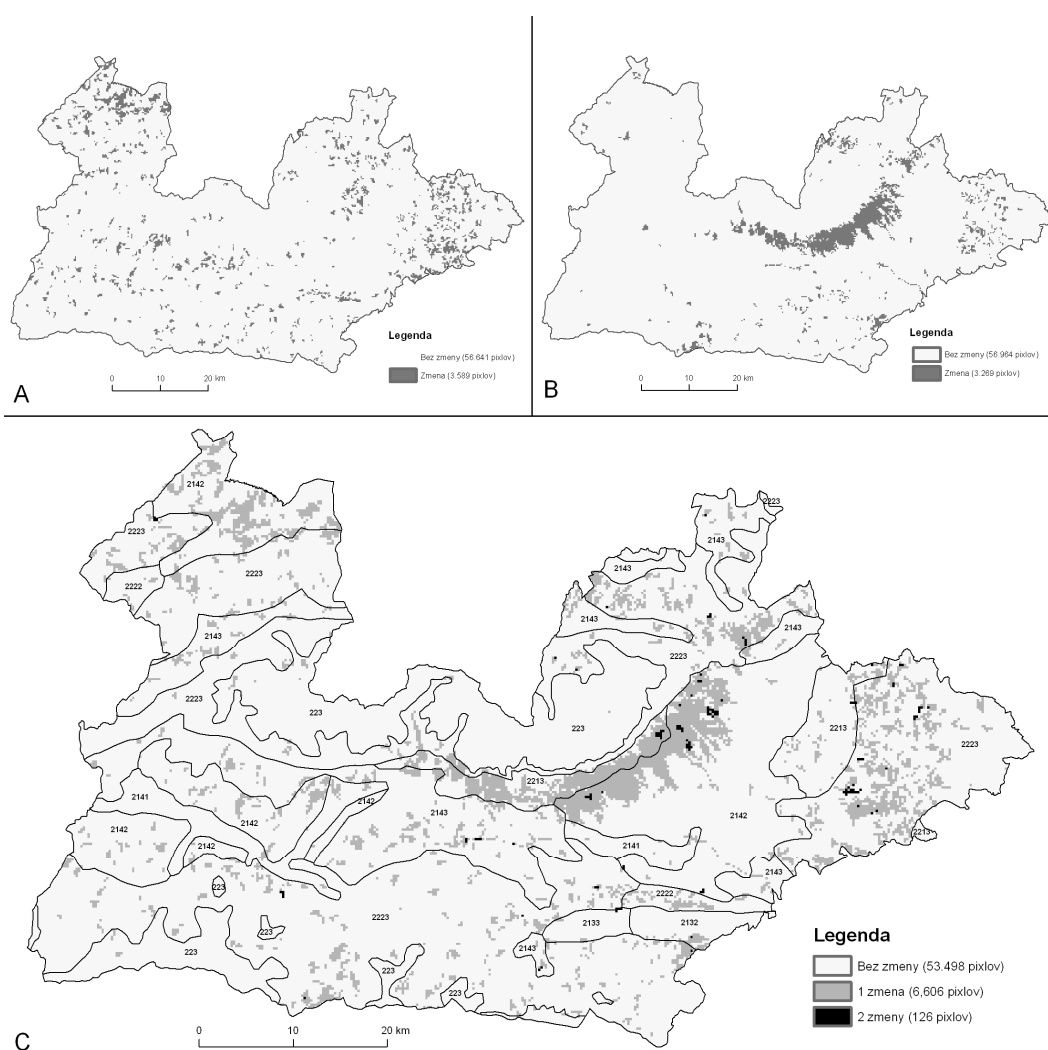
Dynamiku zmien kultúrnej krajiny sme vyjadrili početnosťou zmien v období 1990 – 2006 a ich vzťahom k prírodnej krajine. Diferencované kartografické vyjadrenie zmien za obdobia 1990 – 2000 a 2000 – 2006 je efektívne aj z hľadiska časovo-priestorového poznania dynamiky zmien v regióne Tatry (obr. 3 A, B, C a tab. 3). Na obr. 3 A sú prezentované rozsiahle zmeny v regióne, vyvolané hlavne politickou a spoločensko-ekonomickou transformáciou v krajinách strednej a východnej Európy. Najrozsiahlejšie zmeny v období 1990 – 2000 boli identifikované hlavne v Oravskej kotline a Levočských vrchoch v súvislosti s intenzívnejším poľnohospodárskym a lesohospodárskym využívaním. Početne a rozsahom bolo najviac zmien identifikovaných v type chladných predhorí so smrekovými lesmi, práve aj v dôsledku veternej kalamity v roku 2004. Až 29,43 % rozlohy typu malo jednu zmenu krajinnej pokrývky a 0,47 % dve zmeny (obr. 3 B, 3 C a tab. 3).

Tab. 3 Rozloha a počet zmien krajiny v typoch prírodnej krajiny v období 1990 – 2006 (v %)

	Areály bez zmeny	Areály s 1 zmenou	Areály s 2 zmenami	Suma
2132	93,61	6,24	0,15	100,00
2133	96,43	2,62	0,95	100,00
2141	96,54	3,46		100,00
2142	81,87	17,74	0,39	100,00
2143	91,03	8,86	0,11	100,00
2213	70,10	29,43	0,47	100,00
2222	84,76	15,24		100,00
2223	89,38	10,41	0,21	100,00
223	96,80	3,20		100,00

Charakter zmien sa analyzoval v zmysle metodických postupov a identifikované typy boli vyhodnotené aj podľa intenzity vplyvu ľudskej činnosti na krajinu. Zmeny krajiny sa interpretovali podľa vlastností prírodnej krajiny (tab. 4 a obr. 4), s poukázaním na rozhodujúce prírodné a spoločensko-ekonomické faktory. Päť stupňov intenzity human impact bol vyjadrený aj kartograficky, intenzitou šedej farby. Najintenzívnejší vplyv (5. stupeň) je prezentovaný čiernou farbou a vyjadruje nezvratnosť zmeny zastavaním sídelných, priemyselných alebo dopravných areálov. Urbanizácia, resp. suburbanizácia najmä vytváraním umelých povrchov (soil sealing) patrí z hľadiska vplyvu ľudskej činnosti k najintenzívnejším zmenám krajiny. Prírodné sa viaže na sídelnú štruktúru, ale v konečnom dôsledku rešpektuje napr. reliéfové a pôdno-substrátové podmienky. V regióne Tatry sa to výrazne prejavilo v typoch nív (2141) a terás (2142) zmenami 1,4, resp. 0,7 % rozlohy typov, najmä v zázemí Popradu a Liptovského Mikuláša sídelnou zástavbou alebo výstavbou diaľnice v Podtatranskej kotline. Veľmi intenzívnym vplyvom (4. stupeň) na krajinu pôsobí odlesnenie alebo výstavba vodných nádrží. Odlesnenie spôsobené veternou kalamitou, ale aj ťažbou dreva tvorí najrozsiahlejšiu zmenu v sledovanom období najmä v predhorí Tatier (v type 2213 až 28,58 %). Odlesňovanie bolo prírodné najrozsiahlejšie v type chladných vrchovín a hornatín

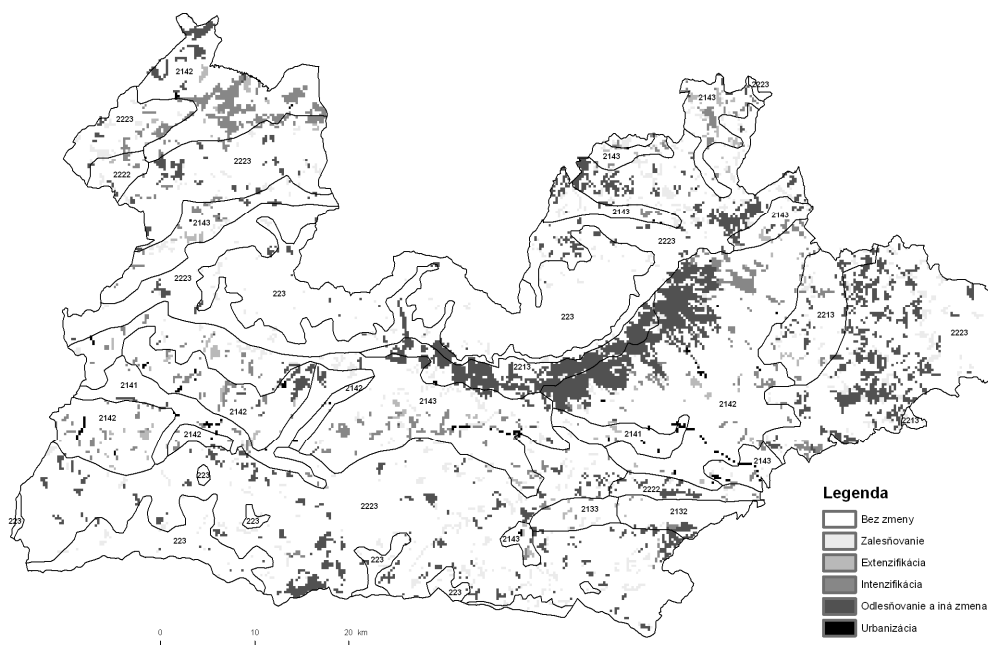
(2223), zvlášť v Levočských vrchoch. Na prírodné podmienky sa viažu aj zmeny v poľnohospodárskej krajine. K najvýznamnejším patrí intenzifikácia poľnohospodárstva, spôsobená spoločenskou transformáciou po roku 1989 a premenou trávnych porastov na mozaiku ornej pôdy a lúk novými vlastníckymi alebo prenajímateľmi pôdy. Tento typ zmeny charakterizuje 3. stupeň intenzity vplyvu spoločnosti na krajinu a bol najrozsiahlejší (až 7,02 %) v rámci terasových plošín (2142), predovšetkým v Oravskej kotline (obr. 4 a tab. 4). Najvyšší podiel zmeny typu extenzifikácia poľnohospodárstva bol identifikovaný v rámci podvrchovín chladných kotlín a brázd (2143). Zmeny ornej pôdy na trávne porasty súviseli so znížením štátnych dotácií poľnohospodárskym podnikom od začiatku 90. rokov minulého storočia. Zalesňovanie súviselo s opúšťaním poľnohospodárskej pôdy a prirodzenou sukcesiou drevín v kotlinových podvrchovinách (2413) a s lesohospodárskou činnosťou najmä vo vrchovinách a hornatinách (2222, 2223). Zmena svojim charakterom vyjadruje pozitívny ekologický vplyv na krajinu.



Obr. 3 A Zmeny krajiny v typoch prírodnej krajiny v období 1990 – 2000, B Zmeny krajiny v typoch prírodnej krajiny v období 2000 – 2006, C Počet zmien krajiny v typoch prírodnej krajiny v období 1990 – 2006

Tab. 4 Zmeny krajiny (intenzita vplyvu ľudskej činnosti) v typoch prírodnej krajiny v období 1990 – 2006 (bez zmeny, zalesňovanie, extenzifikácia a intenzifikácia poľnohospodárstva, odlesňovanie a iné zmeny, urbanizácia v %)

	Bez zmeny	Zalesňovanie	Extenzifikácia	Intenzifikácia	Odlesňovanie + iné	Urbanizácia	Suma
2132	91,48	0,61	0,46	1,67	5,78		100,00
2133	90,24	2,86	2,62	3,81	0,48		100,00
2141	92,98	1,40	0,92	1,60	1,69	1,40	100,00
2142	78,82	0,65	1,57	7,02	11,23	0,70	100,00
2143	84,77	4,24	2,38	4,86	3,16	0,59	100,00
2213	65,65	3,53	0,74	1,43	28,58	0,08	100,00
2222	81,69	3,20	1,02	4,23	9,86		100,00
2223	86,42	4,10	0,15	0,96	8,35	0,02	100,00
223	96,80	2,33			0,87		100,00



Obr. 4 Zmeny krajiny (intenzita vplyvu ľudskej činnosti) v typoch prírodnej krajiny v období 1990 – 2006 (bez zmeny, zalesňovanie, extenzifikácia a intenzifikácia poľnohospodárstva, odlesňovanie a iné zmeny, urbanizácia)

Záver

Analýza dlhodobého vývoja kultúrnej krajiny potvrdila významný vzťah využívania krajiny k rekonštruovaným prírodným typom, ktorých vlastnosti predurčujú aj spôsob ich využitia. Najmä limitné reliéfové (sklonitostné), ale aj nevhodné pôdnosubstrátové podmienky úzko korelujú s relatívne stabilnými lesnými a prírodnými areálmi v alpínskom pásme. V type veľmi studených vysokých pohorí (223) bolo zmenených najmenej, len 6,10 % areálov lesov, kosodreviny a alpínskych lúk a v type chladných vrchovín až hornatín (2223) len 31,03 % prevažne areálov lesa (tab. 2,

obr. 2). Lesohospodársky a prírodoochranný režim ovplyvnili aj stabilitu využívania, resp. zachovania lesných a alpínskych areálov. Najviac boli zmenené mierne chladné a chladné kotliny predovšetkým na nivách a terasových plošinách (typy 2132, 2141 a 2142) nad 94 % rozlohy uvedených typov (tab. 2 a obr. 2).

Dynamiku zmien kultúrnej krajiny sme vyjadrili početnosťou zmien v období 1990 – 2006 a ich vzťahom k prírodnej krajine. Početne a rozsahom bolo najviac zmien identifikovaných v type chladných predhorí so smrekovými lesmi, práve aj v dôsledku veternej kalamity v roku 2004. Až 29,43 % rozlohy typu malo jednu zmenu krajinnej pokrývky a 0,47 % dve zmeny. Odlesnenie spôsobené veternou kalamitou, ale aj ťažbou dreva tvorí najrozsiahlejšiu zmenu v sledovanom období najmä v predhorí Tatier (v type 2213 až 28,58 %). Odlesňovanie a zalesňovanie bolo prirodzene najrozsiahlejšie v type chladných vrchovín a hornatín (2223), zvlášť v Levočských vrchoch. Na prírodné podmienky sa viažu aj zmeny v poľnohospodárskej krajine. K najvýznamnejším patrí intenzifikácia poľnohospodárstva, spôsobená zmenami vlastníctva po roku 1989, ktorá bola najvýznamnejšia v type 2142 (až 7,02 %) predovšetkým v Oravskej kotline. Urbanizácia, resp. suburbanizácia najmä vytváraním umelých povrchov (soil sealing) patrí z hľadiska vplyvu ľudskej činnosti (human impact) k najintenzívnejším zmenám krajiny. Prirodzene sa viaže na sídelnú štruktúru ale v konečnom dôsledku rešpektuje napr. reliéfovú a pôdnosubstrátové podmienky. V regióne Tatry sa to výrazne prejavilo v typoch nív (2141) a terás (2142) zmenami 1,4, resp. 0,7 % rozlohy typov, najmä v zázemí Popradu a Liptovského Mikuláša sídelnou zástavbou alebo výstavbou diaľnice v Podtatranskej kotline. Kartografické vyjadrenie stability využívania lesných a prírodných areálov, intenzity a dynamiky zmien využívania krajiny v periode 1990 až 2006 prispelo k priestorovej interpretácii výsledkov podľa vlastností prírodnej krajiny aj z hľadiska jej uplatnenia v spoločenskej praxi.

Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešení vedeckého projektu č. 2/0018/10 „Časovo-priestorová analýza využívania krajiny: hodnotenie dynamiky zmien, fragmentácie a stability aplikáciou dátových vrstiev CORINE land cover“ v roku 2011 na Geografickom ústave SAV za podpory grantovej agentúry VEGA.

Literatúra

- BIČÍK, I., JELEČEK, L., ŠTĚPÁNEK, V. (2001). Land-use changes and their social driving forces. In Czechia in the 19th and 20th centuries. *Land Use Policy*, 18, s. 65-73.
- BOLTIŽIAR, M. (2001). *Štruktúra vysokohorskej krajiny Tatier (veľkomierkové mapovanie, analýza a hodnotenie zmien aplikáciou údajov diaľkového prieskumu Zeme)*. Nitra (Fakulta prírodných vied UKF, Ústav krajinnej ekológie SAV, Slovenský národný komitét pre program UNESCO Človek a biosféra).
- BOLTIŽIAR, M., OLAH, B., PETROVIČ, F. (2006). Zmeny využitia krajiny vybranej časti Biosférickej rezervácie Tatry v rokoch 1772 – 2003. In *Geografické informácie*, 11. Nitra (Fakulta prírodných vied UKF), s. 239-256.
- BOLTIŽIAR, M., BRŮNA, V., KŘOVÁKOVÁ, K. (2008). Potential of antique maps and aerial photographs for landscape changes assessment - an example of High Tatras. In *Ekológia*, 27, s. 65-81.
- BOSSARD, M., FERANEC, J., OŤAHEL, J. (2000). *CORINE land cover technical guid – Addendum 2000. Technical report*, 40. Copenhagen (European Environment Agency).
- DEMEK, J., HAVLÍČEK, M., MACKOVČIN, P. (2009). Landscape changes in the Dyjsko-Svratecký úval graben and Dolnomoravský úval graben in the period 1764 – 2009 (Czech Republic). *Acta Pruhoniciana*, 91, s. 23-30.
- FALĽAN, V., SAKSA, M. (2007). Zmeny krajinnej pokrývky okolia Štrbského plesa po veternej kalamite v novembri 2004. *Geografický časopis*, 59, s. 359-372.
- FALĽAN, V., BÁNOVSKÝ, M. (2008). Changes in land cover in the area of vyšné Hágy - Starý Smokovec, impacted by the wind calamity in november 2004 (Slovakia). *Moravian Geographical Reports*, 16, 3, s. 16-26.
- FALĽAN, V., BÁNOVSKÝ, M., JANČUŠKA, D., SAKSA, M. (2008). *Zmeny krajinnej pokrývky v oblasti Štrbské pleso-Tatranská Lesná postihnutéj veternou kalamitou*. Bratislava (Geo-grafika, Prírodovedecká fakulta UK).
- DRDOŠ, J., MAZÚR, E., URBÁNEK, J. (1980). Landscape syntheses and their role in solving the problem of environment. *Geografický časopis*, 32, s. 119-129.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (2001). *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava (Veda).

- FERANEC, J., NOVÁČEK, J. (2007). Mapy intenzity zmien krajinej pokrývky Slovenska v období 1990 – 2000. *Geodetický a kartografický obzor*, 53/95, 7-8, s. 137-171.
- FERANEC, J., CEBECAUER, T., OŤAHEL, J., ŠŮRI, M. (2002). Methodological aspects of landscape changes detection and analysis in Slovakia applying the CORINE land cover database. *Geografický časopis*, 54, s. 271-288.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J., CEBECAUER, T. (2006). Krajinná pokrývka Slovenska a jej zmeny za obdobie 1990 – 2000 (identifikované aplikáciou databáz CORINE land cover). *Acta Geographica Universitatis Comenianae*, 47, s. 141-150.
- FERANEC, J., HAZEU, G., CHRISTENSEN, S., JAFFRAIN, G. (2007). CORINE land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia). *Land Use Policy*, 24, 1, s. 234-247.
- FRONDONI, R., MOLLO, B., CAPOTORTI, G. (2011). A landscape analysis of land cover change in the Municipality of Rome (Italy): Spatio-temporal characteristics and ecological implications of land cover transitions from 1954 to 2001. *Landscape and Urban Planning*, 100, s. 117-128.
- HAASE, G. (ed.) (1991). Naturraumerkundung und Landnutzung. Geoökologische Verfahren zur Analyse, Kartierung und Bewertung von Naturräumen. In *Beiträge zur Geographie 34/1*. Berlin (Institut für Geographie und Geoökologie Leipzig, Akademie Verlag GmbH).
- HAASE, D., WALZ, U., NEUBERT, M., ROSENBERG, M. (2007). Changes to Central European landscapes – Analysis historical maps to approach current environmental issues, examples from Saxony, Central Germany. *Land Use Policy*, 24, s. 248-268.
- HEYMANN, Y., STEENMANS, CH., CROISSILLE, G., BOSSARD, M. (1994). *CORINE land cover. Technical guide*. Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities).
- JANSEN, F., ZERBE, S., SUCCOW, M. (2009). Changes in landscape naturalness derived from a historical land register – a case study from NE Germany. *Landscape Ecology*, 24, s. 185-198.
- MAZÚR, E., KRIPPEL, E., PORUBSKÝ, A., TARÁBEK, K. (1980). Geoekologické (prírodné krajinné) typy. 1:500 000. In Mazúr, E., ed. *Atlas Slovenskej socialistickej republiky*. Bratislava (SAV a SÚGK), s. 98-99.
- MICHALKO, J., BERTA, J., MAGIC, D. (1986). *Geobotanická mapa ČSSR. Slovenská socialistická republika*. Bratislava (Veda).
- MINÁR, J. et al. (2001). *Geoekologický (komplexný fyzickogeografický) výskum a mapovanie vo veľkých mierkach*. Bratislava (Prírodovedecká fakulta UK).
- OLAH, B., BOLTÍŽIAR, M. (2009). Land use changes within the Slovak biosphere reserves zones. In *Ekológia*, 28, s. 127-151.
- OŤAHEL, J. (2000). *Prírodná štruktúra krajiny. 1 : 500 000*. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- OŤAHEL, J., FERANEC, J., CEBECAUER, T., PRAVDA, J., HUSÁR, K. (2004). Krajinná štruktúra okresu Skalica: hodnotenie zmien, diverzity a stability. *Geographia Slovaca*, 19, Bratislava (Geografický ústav SAV).
- OŤAHEL, J., FERANEC, J., HUSÁR, K. (2010). Dynamika a stabilita využívania krajiny: analýza a kartografické vyjadrenie. In *Aktivity v kartografii 2010*. Bratislava (Kartografická spoločnosť SR a Geografický ústav SAV), s. 82-95.
- TÜXEN, R. (1956). Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angewandte Pflanzensoziologie*, 13, s. 5-42.
- VAN EETVELDE, V., ANTROP, M. (2009). Indicators for assessing changing landscape character cultural landscapes in Flanders (Belgium). *Land Use Policy*, 26, s. 901-910.

S u m m a r y

Landscape changes: analysis and cartographic interpretation on example of Tatry region

Analysis of long-term development of cultural landscape has confirmed the significant relationship of landscape to the reconstructed natural types with properties that predetermine the way of their use. The limit relief (sloping) conditions as well as unsuitable soil closely correlate with the relatively stable forest and natural areas in the alpine zone (above the upper timber line). The least, only 6.10 % of forest, dwarf pine and alpine meadows changed in the type of very cold high mountains (223); and only 31.03 % of prevailing forest areas (Tab. 2, Fig. 2) changed in the type of cold highlands and uplands (2223). The forest managing and nature-conservation regime also influenced the stability (persistence) of use or conservation of forest and alpine areas. The most changed were the moderately cool and cool basins with floodplains and terraced plains (types 2132, 2141 and 2142): over 94 % of their areas (Tab. 2 and Fig. 2).

Dynamics of changes in cultural landscape is expressed by frequency of changes in the period of 1990 – 2006 and their relationship to natural landscape. Changes identified in the type of cool promontories with

spruce forest in the consequence of the 2004 windstorm prevailed in number and scope. As much as 29.43 % of all type area was subject to one land cover change and 0.47 % of it suffered two changes. Deforestation caused by the wind calamity and logging represents the most extensive change in the relevant period especially in the promontory of the Tatry Mts. (28.58 % in type 2213). Deforestation along with forestation were the most extensive changes in the type of cool highlands and uplands (2223), particularly in the Levočské Mts. Changes in agricultural landscape are also bound to natural conditions. The most significant change was intensification of agriculture fostered by the changed ownership. It was most significant in type 2142 (7.02 %), particularly in the Oravská Basin. Urbanization or suburbanization, part of which is soil sealing, are among the most intensive landscape changes as far as the human impact is concerned. The processes are linked to settlement structure but they also have to respect relief and soil-substrate conditions. This manifested in the Tatry region in the floodplain (2141) and terrace (2142) types by changes amounting to 1.4, and 0.7 % of the type areas respectively in the hinterland of the cities Poprad and Liptovský Mikuláš consisting in construction of residential quarters or that of motorway in the Podtatranská Basin. Cartographic expression of the stability (persistency) in use of forest and natural areas, intensity and dynamics of land use change in the period of 1990 – 2006 also contributed to spatial interpretation of results by natural landscape properties in terms of its use in practical life.

Fig. 1 Natural landscape types of Tatry region

Fig. 2 Stability (persistency) of forest and natural areas in natural landscape types (forests, dwarf pine, natural alpine meadows, bare rocks and sparse vegetation, unchanged and other areas)

Fig. 3 A Land cover changes in natural landscape types in 1990-2000, B Land cover changes in natural landscape types in 2000 – 2006, C Number of land cover changes in natural landscape types in 1990 – 2006

Fig. 4 Landscape changes (intensity of human impact) in natural landscape types in 1990 – 2006 (area without change, area of forestation, extensification and intensification of agriculture, deforestation and other changes, urbanization)

Tab. 1 Natural (reconstructed) landscape of Tatry region (legend, types printed in bold agree with their codes in Tabs. 2-4 and Figs. 1-4)

Tab. 2 Stability (persistency) of forest and natural areas in natural landscape types (area of forests, dwarf pine, natural alpine meadows, bare rocks and sparse vegetation, unchanged and other areas in %)

Tab. 3 Area and number of land cover changes in natural landscape types in 1990 – 2006 (in %)

Tab. 4 Landscape changes (intensity of human impact) in natural landscape types in 1990 – 2006 (area without change, area of forestation, extensification and intensification of agriculture, deforestation and other changes, urbanization in %)

Recenzoval:

Doc. PhDr. RNDr. Martin BOLTIŽIAR, PhD.,
Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Fakulta prírodných vied,
Nitra